



(19) BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

# Offenlegungsschritt

## DE 196 43 996 A 1

(51) Int. Cl. 6:  
G 01 F 1/692  
F 02 D 41/18

(21) Aktenzeichen: 196 43 996.5  
(22) Anmeldetag: 31. 10. 96  
(43) Offenlegungstag: 7. 5. 98

(71) Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

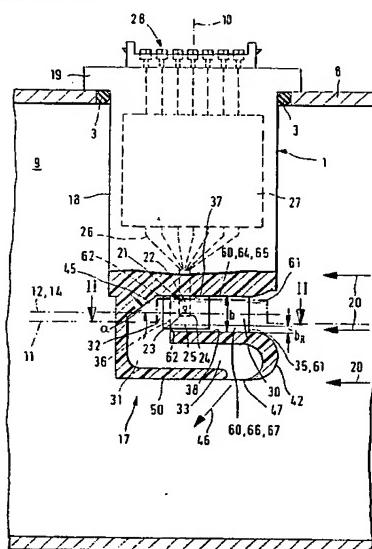
(72) Erfinder:  
Mueller, Wolfgang, Dr., 71229 Leonberg, DE; Tank,  
Dieter, 71735 Eberdingen, DE; Konzelmann, Uwe,  
Dr., 71679 Asperg, DE

### Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Vorrichtung zur Messung der Masse eines strömenden Mediums

(55) Bekannte Vorrichtungen zur Messung der Masse eines strömenden Mediums mit einem temperaturabhängigen Meßelement haben den Nachteil, daß bei einer durch Strömungsschwankungen charakterisierten, pulsierenden Strömung erhebliche Meßfehler auftreten können. Um diesen Meßfehlern entgegenzuwirken, besitzt die Vorrichtung (1) einen Meßkanal (30), der mit einer Strömungsverbindung (60) ausgestattet ist, die sich von einem Einlaß (61) zu einem Auslaß (62) erstreckt, um einen Teilstrom des im Meßkanal (30) strömenden Mediums in der Strömungsverbindung (60) um das Meßelement (21) herumzuleiten.

Die Vorrichtung ist zur Messung der Masse eines strömenden Mediums, insbesondere zur Messung der Ansaugluftmasse von Brennkraftmaschinen, vorgesehen.



DE 196 43 996 A 1

## Beschreibung

## Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einer Vorrichtung zur Messung der Masse eines strömenden Mediums nach der Gattung des Anspruchs 1. Es ist schon eine Vorrichtung bekannt (DE-OS 44 07 209) die ein temperaturabhängiges Meßelement aufweist, das in einem Meßkanal untergebracht ist. Der Meßkanal erstreckt sich in der Vorrichtung von einem Einlauf zu einem Auslaß, an den sich eine S-Form aufweisender Umlenkkanal anschließt. Der Umlenkkanal setzt sich aus einem ersten Teilstück und einem zweiten Teilstück zusammen. Das erste Teilstück weist eine rechtwinklige Ecke auf und geht an einer Randfläche in das zweite Teilstück über. Das strömende Medium strömt vom Auslaß des Meßkanals zunächst in das erste Teilstück des Umlenkkanals, das einen größeren Querschnitt als der Meßkanal aufweist, so daß ein abrupter Strömungsübergang in Form einer Stufe zu dem ersten Teilstück vorhanden ist. Anschließend gelangt das Medium vom ersten Teilstück des Meßkanals umgelenkt von der Ecke in das sich quer anschließende zweite Teilstück des Umlenkkanals und verläßt dieses aus einer Auslaßöffnung, um sich mit dem um die Vorrichtung vorbei strömenden Medium wieder zu vermischen. Die Meßkanal hat Seitenwände, die geneigt ausgebildet sind, so daß der Meßkanal sich zum Meßelement hin verjüngt.

Bei einer Brennkraftmaschine treten durch das Öffnen und das Schließen der Einlaßventile der einzelnen Zylinder erhebliche Schwankungen beziehungsweise Pulsationen der Strömung auf, deren Stärke von der Ansaugfrequenz der einzelnen Kolben beziehungsweise von der Drehzahl der Brennkraftmaschine abhängt. Die Pulsationen der Strömung pflanzen sich von den Einlaßventilen über die Ansaugleitung bis zum Meßelement im Meßkanal und darüber hinaus fort. Die Pulsationen bewirken daß abhängig von der Stärke der Pulsationen durch eine thermische Trägheit und Richtungsumempfindlichkeit des Meßelements dieses ein Meßergebnis bereitstellt, das erheblich von der im Mittel im Meßkanal herrschenden Strömungsgeschwindigkeit und der daraus errechenbaren Ansaugluftmasse der Brennkraftmaschine abweichen kann. Der Meßkanal und der Umlenkkanal sind in ihren Abmessungen derart aufeinander abgestimmt, daß bei pulsierender Strömung in der Ansaugleitung die aufgrund der Strömungsschwankungen auftretende Fehlanzeige des Meßelements minimal ist. Dennoch kann es bei hohen Pulsationsfrequenzen und signifikanter Pulsationsamplitude aufgrund von strömungskustischen Vorgängen im Umlenkkanal zu einer Fehlanzeige der Ansaugluftmasse kommen. Diese Fehlanzeige kommt insbesondere dadurch zustande, daßstromab des Meßteils beziehungsweise der Abrißkante vom Meßkanal zum Umlenkkanal starke Wirbel entstehen können, deren Drehimpuls sich bei pulsierender Anströmung nur unwesentlich ändert. Damit ergibt sich ein großer Unterschied der Relativgeschwindigkeiten am Winkelrand und stromabwärts des Meßelements, so daß an der Grenzfläche starke Strömungsscherungen vorhanden sind, die Ursache für die Entstehung akustischer Wellen (Schallwellen) im Umlenkkanal und im Meßkanal sind. Diese akustischen Wellen können das Meßsignal des Meßelements derart stören, daß eine Minderanzeige auftritt.

## Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Messung der Masse eines strömenden Mediums mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 hat demgegenüber den Vorteil, daß nahezu unabhängig von einer schwankenden

oder pulsierenden Strömung ein gleichbleibend präzises Meßergebnis erzielbar ist.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen

5 der im Anspruch 1 angegebenen Vorrichtung möglich.

Besonders vorteilhaft ist eine geneigte Ausbildung einer Randfläche des Umlenkkanals, mit der es möglich ist, eine weitere Verbesserung des Meßergebnisses zu erzielen, ohne dabei die Abstimmung des gesamten Kanals bestehend aus 10 Meßkanal und Umlenkkanal verändern zu müssen, so daß eine kompakte Bauweise der Vorrichtung beibehalten werden kann.

## Zeichnung

15

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung vereinfacht dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen Fig. 1 in teilweiser Schnittdarstellung eine Seitenansicht einer erfindungsgemäß ausgebildeten Vorrichtung, Fig. 2 einen Schnitt durch die Vorrichtung entlang einer Linie II-II in Fig. 1.

## Beschreibung des Ausführungsbeispiels

25 Die Fig. 1 zeigt in teilweiser Schnittdarstellung eine Seitenansicht einer mit 1 gekennzeichneten Vorrichtung, die zur Messung der Masse eines strömenden Mediums, insbesondere der Ansaugluftmasse von Brennkraftmaschinen, dient. Bei der Brennkraftmaschine kann es sich um eine gemischverdichtende, fremdgezündete oder auch um eine luftverdichtende, selbstzündende handeln. Die Vorrichtung 1 hat vorzugsweise eine schlanke, stabförmige, sich in Richtung einer Steckachse 10 länglich erstreckende, quaderförmige Gestalt und ist in eine aus einer Wandung 8 ausgenommenen Öffnung einer Ansaugleitung 9 zum Beispiel steckbar eingeführt. Die Vorrichtung 1 ist mittels eines Dichtrings 3 in der Wandung 8 abgedichtet und beispielsweise mittels einer nicht näher dargestellten Schraubverbindung mit dieser fest verbunden. Die schraffierte dargestellte Wandung 8 ist Teil der beispielsweise zylindrisch ausgebildeten Ansaugleitung 9, durch die hindurch die Brennkraftmaschine über einen nicht näher dargestellten Luftfilter Luft aus der Umgebung ansaugen kann. Die Wandung 8 der Ansaugleitung 9 begrenzt einen Strömungsquerschnitt, der im Fall der zylindrischen Ansaugleitung 9 etwa einen kreisrunden Querschnitt aufweist, in dessen Mitte sich in axialer Richtung, parallel zur Wandung 8 eine Mittelachse 11 erstreckt, die senkrecht zur Steckachse 10 orientiert ist. Die Vorrichtung 1 ragt mit einem im folgenden als Meßteil 17 bezeichneten Teil in das strömende Medium, wobei der Meßteil 17 sich beispielsweise etwa in der Mitte der Ansaugleitung 9 befindet, um möglichst ohne störende Randeinflüsse der Wandung 8 angeströmt zu werden. Die Strömungsrichtung ist in den Fig. 1 und 2 durch entsprechende Pfeile 20 gekennzeichnet und verläuft dort von rechts nach links.

Die Vorrichtung 1 setzt sich einstückig aus dem Meßteil 17, einem Trägerteil 18 und einem Halteteil 19 zusammen und ist zum Beispiel aus Kunststoff in Kunststoffspritzgutechnik hergestellt. Ein Meßelement 21 ist beispielsweise in Form eines sogenannten mikronechanischen Bauteils ausgebildet und hat einen Trägerkörper 22 mit einem durch Ausätzen entstandenen membranförmigen Sensorbereich mit einer äußerst geringen Dicke und mehrere, ebenfalls durch Ausätzen entstandene Widerstandsschichten, die wenigstens einen temperaturabhängigen Meßwiderstand 23 und beispielsweise einen Heizwiderstand bilden. Das Meßelement 23 besteht also aus wenigstens einem plattenförmigen, beispielsweise aus Keramik bestehenden Trägerkörper

22 und wenigstens einem temperaturabhängigen Widerstand 23. Der Trägerkörper 22 ist in eine Aussparung 24 einer zum Beispiel aus Metall bestehenden plattenförmigen Aufnahme 25 blündig in dieser untergebracht und zum Beispiel durch Klebung gehalten. Die Aufnahme 25 hat eine der Strömung 20 zugewandte Vorderkante, die vorzugsweise abgeschrägt ausgebildet ist. Die einzelnen Widerstandsschichten 23 des Meßelements 21 sind mittels im Innern der Vorrichtung 1 verlaufenden Anschlußleitungen 26 mit einer in der Fig. 1 gestrichelt dargestellten elektronischen Auswerteschaltung 27 elektrisch verbunden, die beispielsweise eine brückenähnliche Widerstandsmeßschaltung enthält. Die Auswerteschaltung 27 ist zum Beispiel im Trägerteil 18 oder im Halteteil 19 der Vorrichtung 1 untergebracht. Wird die Auswerteschaltung 27 beispielsweise im Trägerteil 18 untergebracht, so ist es möglich, diese mittels eines Kühlkörpers vom in der Ansaugleitung 9 strömenden Medium zu kühlen. Mit einer am Halteteil 19 vorgesehenen Steckverbindung 28 können die von der Auswerteschaltung 27 bereitgestellten elektrischen Signale beispielsweise auch einem weiteren elektronischen Steuergerät zur Auswertung zugeführt werden. Auf eine ausführliche Beschreibung der Funktion und des Aufbaus temperaturabhängiger Meßelemente wird verzichtet, da dies der Fachmann dem Stand der Technik entnehmen kann.

Wie in der Fig. 2, einer Schnittdarstellung entlang einer Linie II-II in Fig. 1, dargestellt ist, besitzt der Meßteil 17 der Vorrichtung 1 eine quaderförmige Gestalt und einen Meßkanal 30, der sich entlang einer mittig im Meßkanal 30 verlaufenden Meßkanalachse 12 von einem zum Beispiel einen rechteckförmigen Querschnitt aufweisenden Einlaß 35 zu einem beispielsweise ebenfalls einen rechteckförmigen Querschnitt aufweisenden Auslaß 36 erstreckt. Die Vorrichtung 1 ist in der Ansaugleitung 9 vorzugsweise mit der Meßkanalachse 12 parallel zur Mittelachse 11 eingebaut. Es ist aber auch möglich, die Vorrichtung 1 mit gedrehter Einbaulage einzubauen. Wie in Fig. 1 dargestellt ist, geht der Meßkanal 30 in einer eine S-Form aufweisenden Umlenkkanal 31 über. Der Meßkanal 30 ist von einer der Mittelachse 11 entfernten Oberfläche 37 und einer der Mittelachse 11 näheren Unterfläche 38 sowie von zwei, in Fig. 2 dargestellten Seitenflächen 39, 40 begrenzt. Die Oberfläche 37 und die Unterfläche 38 verlaufen parallel zur Mittelachse 11. Die Aufnahme 25 für das plattenförmige Meßelement 21 ist einseitig im Trägerteil 18 an der Oberfläche 37 gehalten, so daß die Aufnahme 25 mit dem Meßelement 21 an ihren beiden in etwa parallel zur Meßkanalachse 12 verlaufenden Seitenflächen 39 vom Medium umströmt wird.

Wie in Fig. 2 dargestellt ist, verlaufen die Seitenflächen 39, 40 des Meßkanals 30 schräg zu einer von der Meßkanalachse 12 und der Steckachse 10 aufgespannten Ebene 14 und schließen mit dieser einen spitzen Winkel ein, so daß sich der Meßkanal 30 in Strömungsrichtung 20 gesehen, axial verjüngt, um mit einem kleinsten Querschnitt an dem Auslaß 36 in ein erstes Teilstück 32 des Umlenkkanals 31 zu münden. Das Meßelement 21 ist dabei in der Aufnahme 25 stromaufwärts der engsten Stelle des Meßkanals 30 beziehungsweise stromaufwärts des Auslasses 36 im Meßkanal 30 angeordnet. Die in Strömungsrichtung 20 vorgesehene Verjüngung des Meßkanals 30 bewirkt, daß im Bereich des Meßelements 21 eine möglichst ungestörte, gleichmäßige Parallelströmung herrschen kann. Um Strömungslösungen im Bereich des Einlasses 35 des Meßkanals 30 zu vermeiden, besitzt der Einlaßbereich des Meßkanals 30 eine in Fig. 1 dargestellte, abgerundete Berandungsfäche 42.

Der aus dem ersten Teilstück 32 und einem sich daran anschließenden zweiten Teilstück 33 zusammengesetzte Umlenkkanal 31 hat vorzugsweise einen rechteckförmigen

Querschnitt, der in etwa der Querschnittsfläche des Einlasses 35 des Meßkanals 30 entspricht, so daß sich an dem Auslaß 36 zwischen dem Meßkanal 30 und dem Umlenkkanal 31 der Strömungsquerschnitt an einer Stufe 43 abrupt vergrößert. Das im Meßkanal 30 strömende Medium gelangt stromabwärts des Auslasses 36 zunächst in das erste Teilstück 32, wird an einer dem Auslaß 36 gegenüberliegenden Randfläche 45 des ersten Teilstücks 32 umgelenkt und strömt von dieser in das zweite Teilstück 33 weiter. Wie in Fig. 1 durch einen eingezzeichneten Pfeil 46 dargestellt ist, verläßt das Medium danach das zweite Teilstück 33 über eine Auslaßöffnung 47 und tritt in wesentlichen quer zur Strömungsrichtung 20 wieder in die Ansaugleitung 9 ein. Die Auslaßöffnung 47 besitzt wie der Umlenkkanal 31 beispielsweise einen rechteckförmigen Querschnitt und ist an einer parallel zur Meßkanalachse 12 orientierten, unteren Außenfläche 50 des Meßteils 17 vorgeschen.

Durch an der Stufe 43 zwischen dem Meßkanal 30 und dem Umlenkkanal 31 vorhandene abrupte Strömungsvergrößerung können sich in Fig. 2 gestrichelt eingezzeichnete Wirbel 55 ergeben, deren Drehimpuls sich bei pulsierender Anströmung nur unwesentlich ändert. Bei derartigen Wirbeln 55 ist ein großer Unterschied der Relativgeschwindigkeiten der Mediumströmung am Wirbelrand und stromabwärts des Meßelements 21 vorhanden, wodurch sich an der Grenzfläche starke Strömungsscherungen ergeben können, die Ursache für die Entstehung akustischer Wellen (Schallwellen) im ersten Teilstück 32 des Umlenkkanals 31 sind, die auf den Meßkanal 30 rückwirken. Zur Vermeidung derartiger Wirbel 55 ist erfahrungsgemäß vorgesehen, eine Strömungsverbindung 60 zu schaffen, welche einen stromaufwärts des Meßelements 21 gelegenen Einlaß 61 und einen stromabwärts des Meßelements 21 gelegenen Auslaß 62 aufweist, um in der Strömungsverbindung 60 einen Teilstrom des im Meßkanal 30 strömenden Mediums um den Meßkanal 30 herumzuleiten. Eine derartige Strömungsverbindung 60 kann zum Beispiel in Form zumindest einer Rinne 64; 65; 66; 67 ausgebildet sein, welche an den Seitenflächen 39, 40 des Meßkanals 30 zum Beispiel durch Fräsungher oder Ausformung beim Spritzgießen ausgenommen ist. Wie in Fig. 1 dargestellt ist, können jeweils zwei Rinnen 64, 65 beziehungsweise 66, 67 an den Seitenflächen 39 beziehungsweise 40 vorgeschen sein, wobei zwei Rinnen 64, 65 vorzugsweise in der Nähe der Oberfläche 37 und zwei Rinnen 66, 67 vorzugsweise in der Nähe der Unterfläche 38 des Meßkanals 30 verlaufen. Die Rinnen 64, 65, 66, 67 reichen bis zur Stufe 43 und ermöglichen, daß ein Teilstrom des im Meßkanal 30 strömenden Mediums unbeschleunigt in das erste Teilstück 32 des Umlenkkanals 31 gelangen kann, wodurch eine Ausbildung von in Fig. 2 gestrichelt dargestellten Wirbeln 55 stromabwärts der Stufe 43 verhindert wird, so daß keine Anregung von Schallwellen im ersten Teilstück 32 des Umlenkkanals 31 erfolgt. Die Breite  $b_2$  zumindest einer der Rinnen 64, 65, 66, 67 in Richtung der Steckachse 10 sollte dabei höchstens etwa 30% der Kanalbreite  $b_1$  des Meßkanals 30 in Richtung der Steckachse 10 betragen.

Der positive Effekt der Rinnen 64, 65, 66, 67 kann noch durch eine zum Auslaß 36 hin geneigte Ausbildung der Randfläche 45 des ersten Teilstücks 32 des Umlenkkanals 31 verstärkt werden. Vorzugsweise beträgt dabei ein von der Meßkanalachse 12 und von der Randfläche 45 eingeschlossener Neigungswinkel  $\alpha$  etwa 45 Grad. Es ist aber auch möglich, die Randfläche 45 mit einem Neigungswinkel  $\alpha$  auszubilden, der im Bereich von etwa 30 bis 60 Grad liegt. Die in der Projektion des Auslasses 36 in Strömungsrichtung 20 auf die gegenüberliegende Wandung des Umlenkkanals 31 angeordnete Randfläche 45 ermöglicht, das vom

Auslaß 36 des Meßkanals 30 in das erste Teilstück 32 einströmende Medium entlang der Randfläche 45 in das zweite Teilstück 33 umzuleiten. Die Randfläche 45 erstreckt sich dabei etwa von der Verlängerung der Oberfläche 37 ausgehend in etwa in Richtung der Steckachse 10 bis zur Mittelachse 11 in Fig. 1. Die geneigte Ausbildung der Randfläche 45 im Umlenkkanal 31 bewirkt, daß von dem Auslaß 36 des Meßkanals 30 eventuell noch ausgehende Störungen in der Strömung, zum Beispiel in Form von Schallwellen, an der Randfläche 45 reflektiert werden, um sich dabei in ihrer Wirkung gegenseitig aufzuheben.

In einer Abwandlung der Erfindung ist es auch möglich, anstelle der Rinnen 64, 65, 66, 67 eine Strömungsverbindung zum Beispiel in Form einer Bohrung 70 vorzusehen, die, wie in Fig. 2 dargestellt ist, zum Beispiel in der Seitenwand 40 des Meßkanals 30 vorgesehen ist. Die Bohrung 70 hat vorzugsweise einen kreisrunden Querschnitt und einen Einlaß 71 am Einlaß 35 des Meßkanals 30 und einen Auslaß 72 an der Stufe 43 des ersten Teilstücks 32 des Umlenkkanals 31. Die zum Beispiel in der Seitenwand 40 des Meßkanals 30 vorgesehene Bohrung 70 verläuft dabei beispielsweise geneigt zur Meßkanalachse 12 in etwa parallel zur Seitenwand 40.

Auslaß (71) in den Auslaß (36) des Meßkanals (30)  
übergeht.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

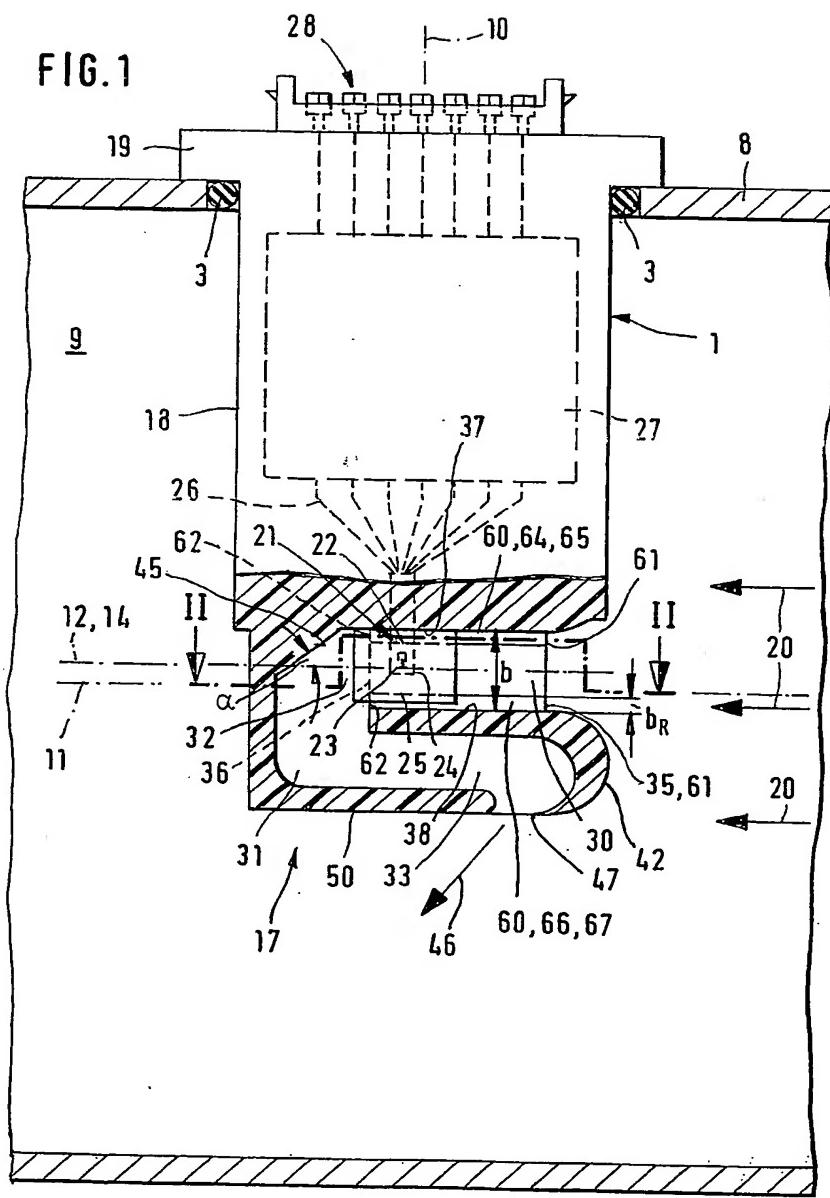
---

Patentansprüche

25

1. Vorrichtung zur Messung der Masse eines strömenden Mediums, insbesondere der Ansaugluft von Brennkraftmaschinen, mit einem vom strömenden Medium umströmten Mebelement, das in einem in der Vorrichtung verlaufenden Meßkanal angeordnet ist, der sich von einem Einlaß zu einem Auslaß erstreckt, an den sich mit einer Stufe ein Umlenkkanal anschließt, in welchen das Medium vom Auslaß strömt, dadurch gekennzeichnet, daß eine Strömungsverbindung (60) vorgeschen ist, welche ein Teil des im Meßkanal (30) strömenden Mediums um das Mebelement (21) herum in den Umlenkkanal (30) führt.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Strömungsverbindung (60) in Form zumindest einer Rinne (64; 65; 66; 67) ausgebildet ist, die in einer Seitenfläche (39; 40) des Meßkanals (30) vorgeschen ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die zumindest eine Rinne (64, 65, 66, 67) eine Breite  $b_R$  aufweist, die höchstens etwa 30% der Breite  $b$  des Meßkanals (30) beträgt.
4. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß jede Seitenfläche (39; 40) des Meßkanals (30) jeweils zwei Rinnen (64, 65 beziehungsweise 66, 67) aufweist.
5. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Rinnen (64, 65, 66, 67) in der Nähe einer Unterfläche (38) und/oder in der Nähe einer Oberfläche (37) des Meßkanals (30) verlaufen.
6. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die zumindest eine Rinne (64, 65, 66, 67) in Form einer Fräzung aus der Seitenfläche (39; 40) ausgenommen ist.
7. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Strömungsverbindung (60) in Form einer Bohrung (70) ausgebildet ist, die einen stromaufwärts des Mebelements (21) gelegenen Einlaß (71) und einen stromabwärts des Mebelements (21) gelegenen Auslaß (72) aufweist.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Einlaß (71) der Bohrung (70) von dem Einlaß (35) des Meßkanals (30) ausgeht und der

FIG. 1



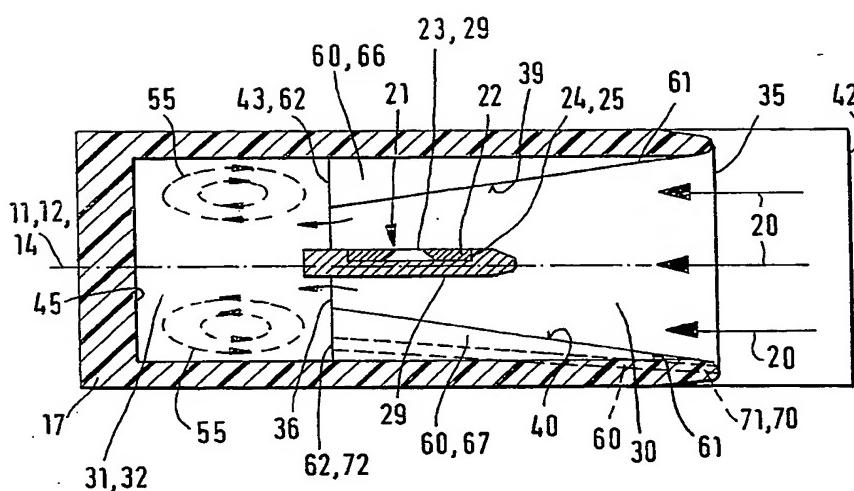


FIG. 2